

Inhaltsverzeichnis

3 Elastizität und Inelastizität	1
3.1 Geschwindigkeiten elastischer Wellen und Elastizitäts-Konstanten von Gesteinen und gesteinsbildenden Mineralen	1
3.1.1 Einleitung (H. GEBRANDE)	1
3.1.1.1 Bezeichnungen, Einheiten und Abkürzungen	1
3.1.1.2 Allgemeine Bemerkungen	2
3.1.1.3 Formeln und theoretische Zusammenhänge	4
3.1.2 Geschwindigkeiten elastischer Wellen und Elastizitäts-Konstanten bei Normalbedingungen (H. GEBRANDE)	8
3.1.2.1 Gesteine	8
3.1.2.2 Einfluß von Porosität und Porenfüllung	12
3.1.2.3 Geschwindigkeits-Dichte-Beziehungen	17
3.1.2.4 Diverse Materialien von geophysikalischer Interesse	21
3.1.2.5 Gesteinsbildende Minerale	22
3.1.3 Geschwindigkeiten elastischer Wellen und Elastizitäts-Konstanten von Gesteinen bei Zimmertemperatur und Drucken bis 1 GPa (H. GEBRANDE)	35
3.1.3.1 Isotope und quasi-isotope Gesteine	38
3.1.3.1.1 Tiefengesteine	41
3.1.3.1.2 Ergußgesteine	51
3.1.3.1.3 Sedimentgesteine	56
3.1.3.1.4 Metamorphe Gesteine	59
3.1.3.1.5 Monomineralische Gesteine und Verschiedenes	73
3.1.3.1.6 Einfluß von Porosität und Porenfüllung	75
3.1.3.1.7 Geschwindigkeits-Dichte-Beziehungen	79
3.1.3.1.8 Vergleich zwischen statischen und dynamischen Messungen	85
3.1.3.2 Anisotrope Gesteine	87
Literatur zu 3.1.1–3.1.2	96
3.1.4 Geschwindigkeiten elastischer Wellen und Elastizitäts-Konstanten bei erhöhten Drucken und Temperaturen (H. KERN)	99
3.1.4.0 Einführung	99
3.1.4.1 Symbole und Abkürzungen	100
3.1.4.2 Experimentelle Methoden	100
3.1.4.3 Proben-Beschreibung	101
3.1.4.4 Geschwindigkeit-Temperatur-Beziehungen bei konstanten Drucken	109
3.1.4.4.1 „Trockene“, porenarme Gesteine	109
3.1.4.4.1.1 Geschwindigkeiten elastischer Wellen im Bereich der α-β-Quarz-Transformation	112
3.1.4.4.1.2 Der Einfluß von Entwässerungsreaktionen auf die Wellengeschwindigkeiten	113
3.1.4.4.1.3 Geschwindigkeits-Anisotropien bei erhöhten Drucken und Temperaturen	114
3.1.4.4.1.4 Dynamische elastische Konstanten und <i>T</i>-Gradienten bei hohen Drucken und Temperaturen	116
3.1.4.4.2 Geschwindigkeiten elastischer Wellen als Funktion der Temperatur in „nassen“ Gesteinen	134
3.1.4.4.3 Der Einfluß partieller Schmelzbildung auf die Geschwindigkeiten elastischer Wellen	137
3.1.4.5 Literatur zu 3.1.4	139
3.2 Bruch und Inelastizität von Gesteinen und Mineralen (F. RUMMEL)	141
3.2.1 Festigkeit und Verformbarkeit	141
3.2.1.1 Einleitung	141
3.2.1.1.1 Allgemeine Bemerkungen	141
3.2.1.1.2 Definitionen	141

Contents

3 Elasticity and inelasticity	1
3.1 Elastic wave velocities and constants of elasticity of rocks and rock forming minerals	1
3.1.1 Introduction (H. GEBRANDE)	1
3.1.1.1 Notation, units and abbreviations	1
3.1.1.2 General remarks	2
3.1.1.3 Formulae and theoretical relations	4
3.1.2 Elastic wave velocities and constants of elasticity at normal conditions (H. GEBRANDE)	8
3.1.2.1 Rocks	8
3.1.2.2 Influence of porosity and pore content	12
3.1.2.3 Velocity-density relations	17
3.1.2.4 Various materials of geophysical interest	21
3.1.2.5 Rock forming minerals	22
3.1.3 Elastic wave velocities and constants of elasticity of rocks at room temperature and pressures up to 1 GPa (H. GEBRANDE)	35
3.1.3.1 Isotropic and quasi-isotropic rocks	38
3.1.3.1.1 Plutonic rocks	41
3.1.3.1.2 Volcanic rocks	51
3.1.3.1.3 Sedimentary rocks	56
3.1.3.1.4 Metamorphic rocks	59
3.1.3.1.5 Monomineralic rocks and miscellaneous materials	73
3.1.3.1.6 Influence of porosity and pore content	75
3.1.3.1.7 Velocity-density relations	79
3.1.3.1.8 Comparison between static and dynamic measurements	85
3.1.3.2 Anisotropic rocks	87
References for 3.1.1–3.1.3	96
3.1.4 Elastic wave velocities and constants of elasticity of rocks at elevated pressures and temperatures (H. KERN)	99
3.1.4.0 Introduction	99
3.1.4.1 Symbols and abbreviations	100
3.1.4.2 Experimental techniques	100
3.1.4.3 Sample description	101
3.1.4.4 Velocity-temperature relations at confining pressure	109
3.1.4.4.1 „Dry“, low porous rocks	109
3.1.4.4.1.1 Elastic wave velocities across α-β quartz transitions	112
3.1.4.4.1.2 The effect of dehydration reactions on wave velocities	113
3.1.4.4.1.3 Velocity anisotropy at elevated pressures and temperatures	114
3.1.4.4.1.4 Dynamic elastic parameters and T derivatives at high pressure and temperature	116
3.1.4.4.2 Elastic wave velocities as a function of temperature in “wet” rocks	134
3.1.4.4.3 The effect of partial melting on elastic wave velocities	137
3.1.4.5 References for 3.1.4	139
3.2 Fracture and flow of rocks and minerals (F. RUMMEL)	141
3.2.1 Strength and deformability	141
3.2.1.1 Introduction	141
3.2.1.1.1 General remarks	141
3.2.1.1.2 Definitions	141

3.2.1.1.3 Liste der verwendeten Symbole	145
3.2.1.1.4 Einheiten, Umrechnung	146
3.2.1.2 Daten.	146
3.2.2 Reibung	195
3.2.2.1 Einleitung	195
3.2.2.1.1 Allgemeine Bemerkungen	195
3.2.2.1.2 Definitionen	196
3.2.2.1.3 Liste der verwendeten Symbole	198
3.2.2.2 Daten.	198
3.2.3 Rheologie	205
3.2.3.1 Einleitung	205
3.2.3.1.1 Allgemeine Bemerkungen	205
3.2.3.1.2 Untersuchungsmethoden	206
3.2.3.1.3 Verformungsmechanismen	208
3.2.3.1.4 Verformungsdiagramme	209
3.2.3.1.5 Kriechgesetze	210
3.2.3.1.6 Liste der verwendeten Symbole	212
3.2.3.1.7 Literaturangaben zur Rheologie	212
3.2.3.2 Daten	213
3.2.4 Literatur zu 3.2.1...3.2.3	233

4 Thermische Eigenschaften

siehe Teilband V/1a

4.1 Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität der Minerale und Gesteine (V. ČERMÁK, L. RYBACH)	305
4.2 Wärmeleitfähigkeit des Bodens (M. SCHUCH)	344
4.3 Schmelztemperaturen der Gesteine (R. SCHMID)	345
4.4 Radioaktive Wärmeproduktion in Gesteinen (L. RYBACH, V. ČERMÁK)	353

5 Elektrische Eigenschaften

. 239

5.1 Die elektrische Leitfähigkeit (spezifischer Widerstand) der Minerale und Gesteine bei normalen Temperaturen und Drucken (M. BEBLO)	239
5.1.0 Einleitung	239
5.1.1 Elektrische Leitfähigkeit der Minerale	241
5.1.1.1 Elemente	241
5.1.1.2 Sulfide, Antimonide, Arsenide, Telluride	241
5.1.1.3 Halogenide	243
5.1.1.4 Oxide, Hydroxide	243
5.1.1.5 Karbonate, Sulfate, Wolframate	244
5.1.1.6 Silikate	244
5.1.2 Elektrische Leitfähigkeit der Gesteine	245
5.1.2.1 Magmatische Gesteine	245
5.1.2.2 Metamorphe Gesteine	247
5.1.2.3 Sedimente, locker	248
5.1.2.4 Sedimente, fest	249
5.1.2.5 Oel	249
5.1.2.6 Kohle	250
5.1.2.7 Salz	250
5.1.2.8 Erze	250
5.1.3 Bibliographie	253
5.1.3.1 Literatur zu 5.1.1 und 5.1.2	253
5.1.3.2 Weitere Literatur	253
5.2 Die Dielektrizitätskonstante ϵ_r der Minerale und Gesteine (M. BEBLO)	254
5.2.0 Einleitung	254
5.2.1 Die Dielektrizitätskonstante ϵ_r der Minerale	254
5.2.2 Die Dielektrizitätskonstante ϵ_r der Gesteine	257
5.2.3 Literatur zu 5.2.1 und 5.2.2	261

3.2.1.1.3 List of symbols	145
3.2.1.1.4 Units, conversions	146
3.2.1.2 Data	146
3.2.2 Friction	195
3.2.2.1 Introduction	195
3.2.2.1.1 General remarks	195
3.2.2.1.2 Definitions.	196
3.2.2.1.3 List of symbols	198
3.2.2.2 Data	198
3.2.3 Rheology	205
3.2.3.1 Introduction	205
3.2.3.1.1 General remarks	205
3.2.3.1.2 Laboratory testing methods	206
3.2.3.1.3 Deformation mechanisms	208
3.2.3.1.4 Creep diagrams	209
3.2.3.1.5 Constitutive equations.	210
3.2.3.1.6 List of symbols	212
3.2.3.1.7 Review literature on creep	212
3.2.3.2 Data	213
3.2.4 References for 3.2.1–3.2.3	233

4 Thermal properties

see subvolume V/1a

4.1 Thermal conductivity and specific heat of minerals and rocks (V. ČERMÁK, L. RYBACH)	305
4.2 Thermal conductivity of soil (M. SCHUCH)	344
4.3 Melting temperatures of rocks (R. SCHMID)	345
4.4 Radioactive heat generation in rocks (L. RYBACH, V. ČERMÁK)	353

5 Electrical properties 239

5.1 Electrical conductivity (resistivity) of minerals and rocks at ordinary temperatures and pressures (M. BEBLO)	239
5.1.0 Introduction	239
5.1.1 Electrical conductivity of minerals	241
5.1.1.1 Elements	241
5.1.1.2 Sulfides, antimonides, arsenides, tellurides	241
5.1.1.3 Halides	243
5.1.1.4 Oxides, hydroxides	243
5.1.1.5 Carbonates, sulfates, wolframates	244
5.1.1.6 Silicates	244
5.1.2 Electrical conductivity of rocks	245
5.1.2.1 Igneous rocks	245
5.1.2.2 Metamorphic rocks	247
5.1.2.3 Sediments, unconsolidated	248
5.1.2.4 Sediments, consolidated	249
5.1.2.5 Oil	249
5.1.2.6 Coal	250
5.1.2.7 Salt	250
5.1.2.8 Ores	250
5.1.3 Bibliography	253
5.1.3.1 References for 5.1.1 and 5.1.2	253
5.1.3.2 Further references	253
5.2 The dielectric constant ϵ_r of minerals and rocks (M. BEBLO)	254
5.2.0 Introduction	254
5.2.1 Dielectric constant ϵ_r of minerals	254
5.2.2 Dielectric constant ϵ_r of rocks	257
5.2.3 References for 5.2.1 and 5.2.2	261

5.3 Die elektrolytische Leitfähigkeit der Gesteine	262
5.3.1 Elektrische Leitfähigkeit von Lösungen reiner Salze und von natürlichen Wässern (A. BERKTOLD)	262
5.3.1.1 Einleitung	262
5.3.1.2 Definitionen	262
5.3.1.3 Messung der elektrischen Leitfähigkeit von Elektrolyten im Labor	265
5.3.1.4 Elektrische Leitfähigkeit von Lösungen reiner Salze in Abhängigkeit von der Konzentration der Lösungen	265
5.3.1.5 Elektrische Leitfähigkeit von Lösungen reiner Salze in Abhängigkeit von Temperatur und Druck	267
5.3.1.6 Elektrische Leitfähigkeit natürlicher Wässer	272
5.3.1.7 Berechnung der elektrischen Leitfähigkeit natürlicher Wässer aus chemischen Analysen	274
5.3.1.8 Literatur zu 5.3.1.1–5.3.1.7	274
5.3.2 Elektrische Leitfähigkeit von Gesteinen aufgrund von Elektrolyten im Porenraum (J.R. SCHOPPER)	276
5.3.2.1 Einleitung	276
5.3.2.1.1 Allgemeine Bemerkungen	276
5.3.2.1.2 Definitionen	277
5.3.2.1.3 Petrophysikalische Zusammenhänge	278
5.3.2.1.4 Messungen	280
5.3.2.1.5 Symboliste	281
5.3.2.2 Tabellen und Figuren	282
5.3.2.3 Literatur zu 5.3.2	291
5.4 Elektrische Leitfähigkeit von Mineralen und Gesteinen bei hohen Temperaturen und Drucken (V. HAAK)	291
5.4.1 Einleitung	291
5.4.1.1 Leitungsmechanismen	291
5.4.1.2 Einheiten	293
5.4.1.3 Auswahl des Daten-Materials	293
5.4.1.4 Elektrische Leitfähigkeit bei hohen Drucken	294
5.4.1.5 Anordnung der Tabellen, Abkürzungen	294
5.4.1.6 Weitere Literatur	295
5.4.2 Olivine und Pyroxene	295
5.4.2.1 Auswahlkriterien	295
5.4.2.2 Elektrische Leitfähigkeit bei hohen Drucken	295
5.4.3 Basalte	299
5.4.3.1 Auswahlkriterien	299
5.4.3.2 Versuchsbedingungen	299
5.4.4 Ultrabasische Gesteine	302
5.4.4.1 Auswahlkriterien	302
5.4.4.2 Versuchsbedingungen	302
5.4.5 Andere Minerale	304
5.4.5.1 Auswahlkriterien	304
5.4.6 Bibliographie	307
5.4.6.1 Literatur zu 5.4.2–5.4.5	307
5.4.6.2 Tabellenwerke und zusammenfassende Literatur	307
6 Magnetische Eigenschaften	308
6.1 Magnetische Eigenschaften natürlicher Minerale (U. BLEIL, N. PETERSEN)	308
6.1.1 Allgemeine Einleitung	308
6.1.1.1 Symboliste	308
6.1.1.2 Umrechnungstabelle für magnetische Größen	310
6.1.2 Diamagnetismus	310
6.1.2.1 Einleitende Bemerkungen	310
6.1.2.2 Suszeptibilität	311
6.1.2.3 Tabellen	311
6.1.3 Paramagnetismus	312
6.1.3.1 Einleitende Bemerkung	312
6.1.3.2 Suszeptibilität	312
6.1.3.3 Abbildungen und Tabellen	314

5.3 Electrical conductivity of moisture containing rocks	262
5.3.1 Electrical conductivity of pure salt solutions and natural waters (A. BERKTOLD)	262
5.3.1.1 Introduction	262
5.3.1.2 Definitions	262
5.3.1.3 Laboratory measurements of the conductivity of electrolytic solutions	265
5.3.1.4 Conductivity of pure salt solutions as a function of the concentration of the solutions	265
5.3.1.5 Conductivity of pure salt solutions as a function of temperature and pressure	267
5.3.1.6 Conductivity of natural waters	272
5.3.1.7 Calculation of the conductivity of natural waters from chemical analysis	274
5.3.1.8 References for 5.3.1.1–5.3.1.7	274
5.3.2 Electrical conductivity of rocks containing electrolytes (J.R. SCHOPPER)	276
5.3.2.1 Introduction	276
5.3.2.1.1 General remarks	276
5.3.2.1.2 Definitions	277
5.3.2.1.3 Petrophysical interrelations	278
5.3.2.1.4 Measurements	280
5.3.2.1.5 List of symbols	281
5.3.2.2 Tables and figures	282
5.3.2.3 References for 5.3.2	291
5.4 Electrical conductivity of minerals and rocks at high temperatures and pressures (V. HAAK)	291
5.4.1 Introduction	291
5.4.1.1 Conduction mechanisms	291
5.4.1.2 Units	293
5.4.1.3 Selection of the data	293
5.4.1.4 Electrical conductivity under high pressure	294
5.4.1.5 Arrangement of the tables and abbreviations	294
5.4.1.6 Further references	295
5.4.2 Olivines and pyroxenes	295
5.4.2.1 Criteria for selection	295
5.4.2.2 Electrical conductivity under high pressure	295
5.4.3 Basalts	299
5.4.3.1 Criteria for selection	299
5.4.3.2 Experimental conditions	299
5.4.4 Ultramafic rocks	302
5.4.4.1 Criteria for selection	302
5.4.4.2 Experimental conditions	302
5.4.5 Other minerals	304
5.4.5.1 Criteria for selection	304
5.4.6 Bibliography	307
5.4.6.1 References for 5.4.2–5.4.5	307
5.4.6.2 Tabulations and review literature	307
6 Magnetic properties	308
6.1 Magnetic properties of natural minerals (U. BLEIL, N. PETERSEN)	308
6.1.1 General introduction	308
6.1.1.1 List of symbols	308
6.1.1.2 Conversion table of magnetic quantities	310
6.1.2 Diamagnetism	310
6.1.2.1 Introductory remarks	310
6.1.2.2 Susceptibility	311
6.1.2.3 Tables	311
6.1.3 Paramagnetism	312
6.1.3.1 Introductory remark	312
6.1.3.2 Susceptibility	312
6.1.3.3 Figures and tables	314

6.1.4 Ferromagnetismus, Ferrimagnetismus, Antiferromagnetismus	320
6.1.4.1 Allgemeine Einleitung	320
6.1.4.2 Das Dreistoffsysteem FeO— Fe_2O_3 — TiO_2	321
6.1.4.3 Ilmenit-Hämatit-Mischkristallreihe	321
6.1.4.3.1 Einleitende Bemerkungen	321
6.1.4.3.2 Abbildungen und Tabellen	322
6.1.4.4 Titanomagnetit-Mischkristallreihe	327
6.1.4.4.1 Einleitende Bemerkungen	327
6.1.4.4.2 Abbildungen und Tabellen	328
6.1.4.5 Maghemit und Titanomaghemit	337
6.1.4.5.1 Einleitende Bemerkungen	337
6.1.4.5.2 Abbildungen und Tabellen	337
6.1.4.6 Pseudobrookit-Mischkristallreihe	341
6.1.4.6.1 Einleitende Bemerkungen	341
6.1.4.6.2 Tabellen	342
6.1.4.7 Wüstit	342
6.1.4.7.1 Einleitende Bemerkungen	342
6.1.4.7.2 Tabellen	342
6.1.4.8 Polymorphe TiO_2 -Verbindungen	343
6.1.4.8.1 Einleitende Bemerkungen	343
6.1.4.8.2 Tabellen	343
6.1.4.9 Natürliche Oxide mit Spinellstruktur	343
6.1.4.9.1 Einleitende Bemerkungen	343
6.1.4.9.2 Abbildungen und Tabellen	344
6.1.4.10 Eisenhydroxide	350
6.1.4.10.1 Einleitende Bemerkungen	350
6.1.4.10.2 Abbildungen und Tabellen	350
6.1.4.11 Eisensulfide	351
6.1.4.11.1 Einleitende Bemerkungen	351
6.1.4.11.2 Pyrrhotit	351
6.1.4.11.3 Abbildungen und Tabellen	352
6.1.5 Literatur zu 6.1.1–6.1.4	360
6.2 Magnetische Eigenschaften der Gesteine (N. PETERSEN, U. BLEIL)	366
6.2.1 Allgemeine Bemerkungen	366
6.2.1.1 Liste der Abkürzungen und Symbole	366
6.2.2 Induzierte Magnetisierung	368
6.2.2.1 Einleitende Bemerkungen	368
6.2.2.2 Faktoren, welche die Suszeptibilität der Gesteine beeinflussen	369
6.2.2.2.1 Art und Konzentration magnetischer Minerale im Gestein	369
6.2.2.2.2 Stärke des induzierenden Feldes	369
6.2.2.2.3 Korngröße der magnetischen Minerale	369
6.2.2.2.4 Temperatur	370
6.2.2.2.5 Gesteinsgefüge	370
6.2.2.2.6 Spannung	371
6.2.2.2.7 Abbildungen und Tabellen	372
6.2.3 Remanente Magnetisierung	382
6.2.3.1 Einleitende Bemerkungen	382
6.2.3.2 Die verschiedenen Arten der in Gesteinen auftretenden Remanenzen	383
6.2.3.2.1 Thermoremanente Magnetisierung TRM	383
6.2.3.2.1.1 Abbildungen	383
6.2.3.2.2 Chemische remanente Magnetisierung CRM	387
6.2.3.2.2.1 Abbildungen und Tabellen	387
6.2.3.2.3 Sedimentations-Remanenz DRM	392
6.2.3.2.3.1 Abbildungen und Tabellen	392
6.2.3.2.4 Isothermale remanente Magnetisierung IRM	396
6.2.3.2.4.1 Abbildungen	396
6.2.3.2.5 Viskose remanente Magnetisierung VRM	398
6.2.3.2.5.1 Abbildungen und Tabellen	398

6.1.4	Ferromagnetism, ferrimagnetism, antiferromagnetism	320
6.1.4.1	General introduction	320
6.1.4.2	The ternary system FeO—Fe ₂ O ₃ —TiO ₂	321
6.1.4.3	Ilmenite-hematite solid solution series	321
6.1.4.3.1	Introductory remarks	321
6.1.4.3.2	Figures and tables	322
6.1.4.4	Titanomagnetite solid solution series	327
6.1.4.4.1	Introductory remarks	327
6.1.4.4.2	Figures and tables	328
6.1.4.5	Maghemite and titanomaghemites	337
6.1.4.5.1	Introductory remarks	337
6.1.4.5.2	Figures and tables	337
6.1.4.6	Pseudobrookite solid solution series	341
6.1.4.6.1	Introductory remarks	341
6.1.4.6.2	Tables	342
6.1.4.7	Wuestite	342
6.1.4.7.1	Introductory remarks	342
6.1.4.7.2	Tables	342
6.1.4.8	TiO ₂ polymorphs	343
6.1.4.8.1	Introductory remarks	343
6.1.4.8.2	Tables	343
6.1.4.9	Natural oxides with spinel structure	343
6.1.4.9.1	Introductory remarks	343
6.1.4.9.2	Figures and tables	344
6.1.4.10	Iron oxyhydroxides	350
6.1.4.10.1	Introductory remarks	350
6.1.4.10.2	Figures and tables	350
6.1.4.11	Iron-sulfides	351
6.1.4.11.1	Introductory remarks	351
6.1.4.11.2	Pyrrhotite	351
6.1.4.11.3	Figures and tables	352
6.1.5	References for 6.1.1–6.1.4	360
6.2	Magnetic properties of rocks (N. PETERSEN, U. BLEIL)	366
6.2.1	General remarks	366
6.2.1.1	List of abbreviations and symbols	366
6.2.2	Induced magnetization	368
6.2.2.1	Introductory remarks	368
6.2.2.2	Factors influencing the susceptibility of rocks	369
6.2.2.2.1	Type and concentration of magnetic minerals contained in the rocks	369
6.2.2.2.2	Strength of inducing field	369
6.2.2.2.3	Grain size of magnetic minerals	369
6.2.2.2.4	Temperature	370
6.2.2.2.5	Fabric of the rock	370
6.2.2.2.6	Stress	371
6.2.2.2.7	Figures and tables	372
6.2.3	Remanent magnetization	382
6.2.3.1	Introductory remarks	382
6.2.3.2	The different types of remanent magnetization acquired by rocks	383
6.2.3.2.1	Thermoremanent magnetization TRM	383
6.2.3.2.1.1	Figures	383
6.2.3.2.2	Chemical remanent magnetization CRM	387
6.2.3.2.2.1	Figures and tables	387
6.2.3.2.3	Depositional remanent magnetization DRM	392
6.2.3.2.3.1	Figures and tables	392
6.2.3.2.4	Isothermal remanent magnetization IRM	396
6.2.3.2.4.1	Figures	396
6.2.3.2.5	Viscous remanent magnetization VRM	398
6.2.3.2.5.1	Figures and tables	398

6.2.3.2.6 Druck- oder Piezo-Remanenz PRM	402
6.2.3.2.6.1 Abbildungen und Tabellen	403
6.2.3.2.7 Inverse remanente Magnetisierung	406
6.2.3.2.7.1 Abbildungen und Tabellen	406
6.2.4 Magnetische Hysteresekurven und verwandte Parameter	409
6.2.4.1 Einleitende Bemerkungen	409
6.2.4.2 Abbildungen	410
6.2.5 Curie-Temperatur	415
6.2.5.1 Einleitende Bemerkungen	415
6.2.5.2 Abbildungen und Tabellen	417
6.2.6 Literatur zu 6.2.1...6.2.5	429
 7 Radioaktivität der Gesteine	433
7.1 Radioaktive Isotope in den Gesteinen (U. HAACK)	433
7.1.1 Vorbemerkungen	433
7.1.2 Isotopenzusammensetzung von K, Th, U	434
7.1.3 Transurane in der Natur	435
7.1.4 Radioaktivität der Gesteine	435
7.1.4.1 K, Th, U in Ultramafiten	446
7.1.4.2 K, Th, U in vulkanischen Gesteinen	449
7.1.4.2.1 Tiefseebasalte	450
7.1.4.2.2 Vulkanite der ozeanischen Inseln	452
7.1.4.2.3 Vulkanite der Inselbögen	453
7.1.4.2.4 Vulkanite der Kontinentalränder	454
7.1.4.2.5 Vulkanite der Kontinente	454
7.1.4.2.6 Vulkanite Italiens	455
7.1.4.3 K, Th, U in Intrusivgesteinen	456
7.1.4.3.1 Granite	457
7.1.4.3.2 Granodiorite	459
7.1.4.4 K, Th, U in metamorphen Gesteinen	460
7.1.4.5 K, Th, U in Sedimenten	462
7.1.5 Gehalte an K, Th, U in der Erdkruste	464
7.1.6 K, Th, U in Mineralen	467
7.1.7 Verteilungskoeffizienten von Th und U	469
7.1.8 Literatur zu 7.1	471
7.2 Das Alter der Gesteine (B. GRAUERT)	561
7.2.1 Einleitung	561
7.2.1.1 Verwendete Nuklide	561
7.2.1.2 Vorkommen der Nuklide	561
7.2.1.3 Die Altersgleichungen	562
7.2.2 Die Methoden der Altersbestimmungen von Mineralen und Gesteinen	564
7.2.2.1 K—Ca-Methode	567
7.2.2.2 K—Ar-Methode	567
7.2.2.3 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -Methode	568
7.2.2.4 U, Th—Pb-Methoden und Pb—Pb-Methode	569
7.2.2.5 U, Th—He-Methoden	571
7.2.2.6 Lu—Hf- und Re—Os-Methoden	571
7.2.2.7 Rb—Sr-Methode	571
7.2.2.8 Sm—Nd-Methode	573
7.2.2.9 I—Xe- und Pu—Xe-Methöden	573
7.2.2.10 Altersbestimmung mit gewöhnlichem Strontium	573
7.2.2.11 Altersbestimmung mit gewöhnlichem Blei	574
7.2.2.12 Methoden, in denen Isotopen der Zerfallsreihen von Uran und Thorium verwendet werden	577
7.2.2.13 Methoden, in welchen durch kosmische Strahlung erzeugte Nuklide verwendet werden	580
7.2.2.14 Altersbestimmung mit Hilfe von Spaltpuren	581

6.2.3.2.6 Pressure or piezo-remanent magnetization PRM	402
6.2.3.2.6.1 Figures and tables	403
6.2.3.2.7 Inverse remanent magnetization	406
6.2.3.2.7.1 Figures and tables	406
6.2.4 Magnetic hysteresis curves and related parameters	409
6.2.4.1 Introductory remarks	409
6.2.4.2 Figures	410
6.2.5 Curie temperature	415
6.2.5.1 Introductory remarks	415
6.2.5.2 Figures and tables	417
6.2.6 References for 6.2.1–6.2.5	429
 7 Radioactivity of rocks	433
7.1 Radioactive isotopes in rocks (U. HAACK)	433
7.1.1 Introductory remarks	433
7.1.2 Isotopic composition of K, Th and U	434
7.1.3 Natural transuranic elements	435
7.1.4 Radioactivity of rocks	435
7.1.4.1 K, Th and U in ultramafic rocks	446
7.1.4.2 K, Th and U in volcanic rocks	449
7.1.4.2.1 Ocean floor tholeiitic basalts	450
7.1.4.2.2 Volcanites of oceanic islands	452
7.1.4.2.3 Volcanites of island arcs	453
7.1.4.2.4 Volcanites of continental margins	454
7.1.4.2.5 Volcanites of the continents	454
7.1.4.2.6 Volcanites of Italy	455
7.1.4.3 K, Th and U in intrusive rocks	456
7.1.4.3.1 Granites	457
7.1.4.3.2 Granodiorites	459
7.1.4.4 K, Th and U in metamorphic rocks	460
7.1.4.5 K, Th and U in sediments	462
7.1.5 K, Th and U content of the earth's crust	464
7.1.6 K, Th and U in minerals	467
7.1.7 Distribution coefficients of Th and U	469
7.1.8 References for 7.1	471
7.2 The age of the rocks (B. GRAUERT)	561
7.2.1 Introduction	561
7.2.1.1 Nuclides used	561
7.2.1.2 Occurrence of nuclides	561
7.2.1.3 Equations of age	562
7.2.2 The methods for age determination of minerals and rocks	564
7.2.2.1 K—Ca method	567
7.2.2.2 K—Ar method	567
7.2.2.3 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ method	568
7.2.2.4 U, Th—Pb methods and Pb—Pb method	569
7.2.2.5 U, Th—He methods	571
7.2.2.6 Lu—Hf and Re—Os methods	571
7.2.2.7 Rb—Sr method	571
7.2.2.8 Sm—Nd method	573
7.2.2.9 I—Xe and Pu—Xe methods	573
7.2.2.10 Age determination with common Sr	573
7.2.2.11 Age determination with common lead	574
7.2.2.12 Methods in which isotopes of the U and Th decay series are used	577
7.2.2.13 Methods in which cosmic-ray induced nuclides are used	580
7.2.2.14 Fission-track dating	581

7.2.2.15 Thermolumineszenz-Methode	581
7.2.2.16 Datierung kosmischer und geologischer Ereignisse	582
7.2.3 Geologische Zeit-Tabellen	585
7.2.4 Literatur zu 7.2	594
8 Physikalische Eigenschaften von Eis (H. MILLER)	482
8.0 Einleitung	482
8.1 Thermische Eigenschaften	484
8.2 Elektrische Eigenschaften	487
8.3 Optische Eigenschaften	493
8.4 Mechanische Eigenschaften	496
8.4.1 Elastische Eigenschaften	496
8.4.2 Kriechen von Eis	501
8.4.3 Festigkeit von Eis	505
8.5 Literatur zu 8	506
9 Physikalische Eigenschaften von Gesteinen des Mondes (J. POHL)	508
9.0 Einleitung	508
9.0.1 Klassifizierung der Gesteine des Mondes	509
9.0.2 Chemische Zusammensetzung und Petrologie der magmatischen Gesteine	509
9.0.3 Die Zusammensetzung des Regoliths	510
9.0.4 Die physikalischen Bedingungen an der Oberfläche des Mondes	511
9.0.5 Symboliste	512
9.1 Dichte und Porosität der Gesteine des Mondes und des Mondbodens	513
9.2 Kompressionswellen und Scherwellen in Gesteinen des Mondes und im Mondboden	514
9.2.1 Die Geschwindigkeiten der Kompressionswellen und der Scherwellen in Gesteinen des Mondes	514
9.2.2 Die Geschwindigkeiten der Kompressionswellen und der Scherwellen im Mondboden	522
9.2.3 Qualitätsfaktor Q	523
9.3 Elastizitätsmoduln	525
9.4 Thermische Eigenschaften der Gesteine des Mondes	529
9.4.1 Wärmeleitfähigkeit k	529
9.4.2 Thermische Diffusivität κ	531
9.4.3 Spezifische Wärme c_p	535
9.4.4 Thermische Ausdehnung	536
9.4.5 Radiogene Wärme	537
9.5 Elektrische Eigenschaften der Gesteine des Mondes	538
9.5.1 Dielektrische Eigenschaften	538
9.5.2 Gleichstromleitfähigkeit	545
9.6 Magnetische Eigenschaften der Gesteine des Mondes	548
9.6.1 Ferromagnetische Phasen	548
9.6.2 Antiferromagnetische und paramagnetische Phasen	551
9.6.3 Klassifizierung der Gesteine des Mondes nach magnetischen Parametern	552
9.6.4 Natürliche remanente Magnetisierung (NRM)	556
9.7 Literatur zu 9.0...9.6	557
Zwei-dimensionale Inhaltsübersicht	600
Subject Index (Band V/1a, b und anderen LB-Bänden)	602

7.2.2.15 Thermoluminescence method	581
7.2.2.16 Dating of cosmic and geologic events	582
7.2.3 Geological time table	585
7.2.4 References for 7.2	594
8 Physical properties of ice (H. MILLER)	482
8.0 Introduction	482
8.1 Thermal properties	484
8.2 Electrical properties	487
8.3 Optical properties	493
8.4 Mechanical properties	496
8.4.1 Elastic properties	496
8.4.2 Creep of ice	501
8.4.3 Strength of ice	505
8.5 References for 8	506
9 Physical properties of lunar rocks (J. POHL)	508
9.0 Introduction	508
9.0.1 Classification of lunar rocks	509
9.0.2 Chemical composition and petrology of igneous lunar rocks	509
9.0.3 Composition of the regolith	510
9.0.4 Physical conditions at the lunar surface	511
9.0.5 List of symbols	512
9.1 Density and porosity of lunar rocks and soil	513
9.2 Compressional waves and shear waves in lunar rocks and soil	514
9.2.1 Compressional and shear wave velocities of lunar rocks	514
9.2.2 Compressional and shear wave velocities of lunar soil	522
9.2.3 Quality factor Q	523
9.3 Elastic moduli.	525
9.4 Thermal properties of lunar rocks	529
9.4.1 Thermal conductivity k	529
9.4.2 Thermal diffusivity κ	531
9.4.3 Specific heat c_p	535
9.4.4 Thermal expansion	536
9.4.5 Radiogenic heat	537
9.5 Electrical properties of lunar rocks	538
9.5.1 Dielectric constant, dissipation factor and conductivity	538
9.5.2 Low frequency a.c. and d.c. conductivity	545
9.6 Magnetic properties of lunar rocks	548
9.6.1 Ferromagnetic phases	548
9.6.2 Antiferromagnetic and paramagnetic phases	551
9.6.3 Magnetic classification of lunar rocks	552
9.6.4 Natural remanent magnetization (NRM)	556
9.7 References for 9.0–9.6	557
Two-dimensional survey of contents	600
Subject index (Vol. V/1a, b and other LB volumes)	602